

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-157841

(43)Date of publication of application : 17.06.1997

(51)Int.Cl.

C23C 14/34

C23C 14/00

H01L 21/203

(21)Application number : 07-314553

(71)Applicant : NITTETSU SEMICONDUCTOR KK
NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 01.12.1995

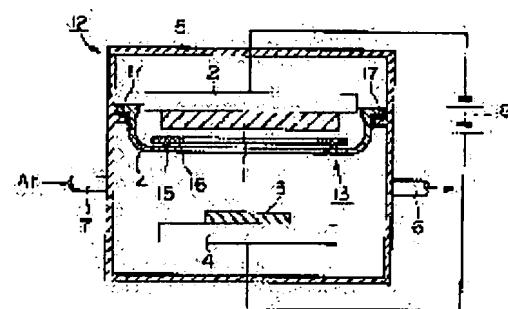
(72)Inventor : ITO WATARU
SASAKI TSUTOMU
KAWASAKI KOICHI
AOKI KUNIO
TOGANO YOSHIAKI

(54) SPUTTERING FILM FORMING DEVICE AND FORMATION OF FILM USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sputtering device capable of reducing the number of particles adhered to a wafer and improving the yield by the prolongation of the time till the exchange of a shield member and the productivity.

SOLUTION: In a sputtering device 12 provided with a shield member having an opening part through which sputtered grains are passed, as for the shield member 13, the opening part is provided on the center, and, moreover, it is set via the main body 14 of the shield member in which the inside face facing to the side of a target 1 is composed of a recessed curved one and a joining column 15, which has a covering 16 with an inside diameter small than that of the opening part in the main body 14 of the shield member.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.08.2002
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 3726846
[Date of registration] 07.10.2005
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-157841

(43)公開日 平成9年(1997)6月17日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 23 C 14/34			C 23 C 14/34	T
14/00			14/00	B
H 01 L 21/203			H 01 L 21/203	S

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

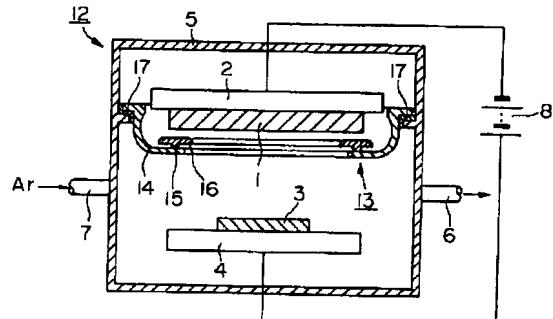
(21)出願番号	特願平7-314553	(71)出願人	000128049 日鉄セミコンダクター株式会社 千葉県鎌山市山本1580番地
(22)出願日	平成7年(1995)12月1日	(71)出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(72)発明者	伊藤 涉 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社技術開発本部内	(72)発明者	佐々木 勉 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
(74)代理人	弁理士 志賀 正武 (外2名)		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スパッタリング成膜装置およびこれを用いた成膜方法

(57)【要約】

【課題】 ウェハーに付着するパーティクル数の低減、シールド部材の交換までの時間の延長による歩留まりおよび生産性の向上が図れるスパッタ装置および成膜方法を提供する。

【解決手段】 スパッタ粒子を通過させる開口部を有するシールド部材を備えたスパッタ装置12において、シールド部材13が、中央に開口部が設けられるとともにターゲット1側に向く内面が凹状の湾曲面とされたシールド部材本体14と、シールド部材本体14に接合柱15を介して設置され、シールド部材本体14の開口部の径よりも小さい内径を有するカーリング16とを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】スパッタターゲットと薄膜を形成する基板との間に設置され前記スパッタターゲットからのスパッタ粒子を通過させる開口部が設けられたことにより前記スパッタ粒子の飛散方向を制御するシールド部材を備えたスパッタリング成膜装置において、

前記シールド部材が、中央に前記開口部が設けられるとともに前記スパッタターゲット側に向く内面全体が凹状の湾曲面とされたシールド部材本体と、該シールド部材本体と前記スパッタターゲットの間に配置され、該シールド部材本体の開口部の径よりも小さい内径を有するカーリングと、該カーリングを前記シールド部材本体に結合する接合部材と、を有することを特徴とするスパッタリング成膜装置。

【請求項2】請求項1記載のスパッタリング成膜装置において、

前記カーリングが複数に分割されたことを特徴とするスパッタリング成膜装置。

【請求項3】請求項1または2記載のスパッタリング成膜装置において、前記シールド部材が装置内のシールド部材保持部分に対して断熱材を介して固定されたことを特徴とするスパッタリング成膜装置。

【請求項4】請求項1記載のスパッタリング成膜装置に、スパッタターゲットおよび薄膜を形成すべき基板を搭載してスパッタリングによる成膜を行うことを特徴とするスパッタリング成膜方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体装置の製造工程において、配線等に用いる各種薄膜を形成するためのスパッタリング成膜装置（以下、スパッタ装置と称する）およびこれを用いた成膜方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のスパッタ装置の構成を図9に示す。形成する薄膜の母材であるスパッタターゲット1（以下、単にターゲットと記す）を搭載した電極2と、薄膜を形成しようとする基板である例えばシリコンウェハー3を保持した電極4がチャンバー5内に所定の間隔で対向配置されている。成膜を行う際には、排気管6からチャンバー5内を真空引きした後、ガス導入管7から例えばArガスを所定の流量で導入し、例えば直流電源8により電極2、4間に電圧を印加する。すると、生成したプラズマ中で加速されたArイオンがターゲット1の表面をスパッタし、ウェハー3上にスパッタ粒子を堆積させることにより薄膜が形成される。

【0003】この時、スパッタ粒子がチャンバー5内でウェハー3表面以外の不必要な方向へ飛散しないよう、チャンバー5内にはシールド部材9が設けられている。このシールド部材9は、開口部9aを有するリング

状のカバーであり、ターゲット1周縁部の下方および外方を覆うように配置されている。したがって、シールド部材9の開口部9aは、ウェハー3の方向に向かって進行するスパッタ粒子のみを通過させ、他の方向に進行するスパッタ粒子をシールド部材9の内壁に付着させることによりチャンバー5内の他の箇所への飛散を防止する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のスパッタ装置10においては、スパッタ膜の形成に伴いウェハー3の表面にパーティクルが付着し、製品歩留まりの低下を引き起こしてきた。通常、ウェハー3上に付着するパーティクルの数はシールド部材9の使用時間の経過とともに上昇し始め、ある使用時間経過後、パーティクル数は急激に増加する、という傾向があり、この段階でシールド部材9の交換およびチャンバー5内のクリーニングが必要となる。このような理由により、ウェハー3に付着するパーティクルの低減やシールド部材9の交換までの時間の延長による歩留まりおよび生産性の向上が望まれていた。

【0005】そこで、この問題に関して鋭意研究を重ねた結果、パーティクル数の増加は、シールド部材9の内壁に付着した堆積膜が剥離することによりもたらされることが判明した。

【0006】本発明は、堆積膜剥離の原因を究明した結果に基づいてシールド部材の構造を工夫し、上述したウェハーに付着するパーティクルの低減、シールド部材の交換までの時間の延長による歩留まりおよび生産性の向上を図ることのできるスパッタ装置および成膜方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明のスパッタ装置は、スパッタターゲットと薄膜を形成する基板との間に設置されスパッタターゲットからのスパッタ粒子を通過させる開口部が設けられたことによりスパッタ粒子の飛散方向を制御するシールド部材を備えたスパッタ装置において、シールド部材が、中央に開口部が設けられるとともにスパッタターゲット側に向く内面全体が凹状の湾曲面とされたシールド部材本体と、シールド部材本体とスパッタターゲットの間に配置され、シールド部材本体の開口部の径よりも小さい内径を有するカーリングと、カーリングをシールド部材本体に結合する接合部材とを有することを特徴とするものである。

【0008】また、本発明の成膜方法は、上記のスパッタ装置に、スパッタターゲットおよび薄膜を形成すべき基板を搭載してスパッタリングによる成膜を行うことを特徴とするものである。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態を図

1～図7を参照して説明する。図1は本実施の形態のスパッタ装置12の構成を示す図であるが、本スパッタ装置12が従来の装置と異なる点はシールド部材周辺の構成のみであるため、他の構成要素については図9と同一の符号を付し、具体的な説明を省略する。

【0010】図2は本スパッタ装置12のシールド部材13を示す図である。この図に示すように、シールド部材13は、シールド部材本体14と、接合柱15（接合部材）を介してシールド部材本体14に結合されたカバーリング16とから構成されている。シールド部材本体14は、中央にスパッタ粒子を通過させる開口部14aが設けられたシールド部材14bと、シールド部材14b周縁のフランジ部14cからなり、シールド部材14bの内面は凹状の湾曲面とされている。そして、シールド部材13全体はフランジ部14cによりチャンバー5の壁部に固定されるようになっている。

【0011】カバーリング16は、シールド部材本体14の開口部14aの径よりも小さい内径を有する環状の板材であり、シールド部材本体14に対してその中心軸が一致するように接合柱15を介して、例えばねじ止め等により固定されている。なお、接合柱15は、例えばカバーリング16の周方向に沿って一定間隔おきに複数個（本実施の形態の場合は8個）、設けられている。

【0012】また、図1に示すように、シールド部材13が前記フランジ部14cでチャンバー5に固定される際には、フランジ部14cとチャンバー5の壁部との間に断熱材17が介装され、シールド部材13はチャンバー5から熱的に遮断されている。

【0013】解析、考察の結果、シールド部材を上記の構成とするに至った理由について以下、説明する。

【0014】図4は、従来用いられていたシールド部材9の断面（図4（a））、および付着した堆積膜19の状態（図4（b））を概念的に示した図である。図4（b）に示すように、堆積膜19の剥離は、シールド部材9端部の堆積膜19が最も厚い部分から起きている。

【0015】この部分の堆積膜19は、X線回折法による内部応力評価の結果から、非常に大きな引張応力が存在していること、また、膜の断面SEM（走査型電子顕微鏡）観察から、結晶は柱状晶の状態で成長していることが判明した。柱状晶成長のため、内部応力を解放する際、クラックが粒界を通じてシールド部材9との界面から膜表面にかけて延び、膜全体が剥離しやすい状況になっている。また、シールド部材9の端部にある、ターゲットに対して凸の曲率を持つ表面9b上から柱状成長するため、引張応力が膜中に生じやすいと考えられる。

【0016】そこで、本実施の形態のシールド部材13の場合、図3（a）に示すように、まず、ターゲット1側に向くシールド部材本体14の内面全体を凹状の湾曲面とする。この形状については従来のシールド部材9にも当てはまるものであるが、例えば、実施例の項に後述

するように、図5に示すターゲット1に対して凸状の部分21aを有するシールド部材21を用いたときには、上述した理由によりその凸状部分21aから剥離が生じること、また、従来のシールド部材9でも凹状の部分からの剥離は全く認められないことから、凹状の形状とすることは剥離防止にとって非常に重要な要因となる。

【0017】次に、従来のシールド部材9を用いたときに最も膜が堆積しやすい部分であるシールド部材本体14の端部14dにカバーリング16を配置する。この部分14dは、ターゲット1の下方にあたるため、元来、膜が最も堆積しやすい部分であると同時に、ターゲット1に対して凸の形状を持っているが、カバーリング16を用いることにより、（1）堆積面積の増大に伴う堆積速度の減少が見込まれること、（2）事実上凸部のない構造とすることで膜が剥離しにくくなること、の2つの効果からシールド部材13の寿命を改善することができる。したがって、シールド部材13を交換するまでの時間を延長できるため、生産性を向上させることができる。

【0018】また、カバーリング16自体について言えば、その大きさおよび取り付け位置は適宜変えられるが、例えば幅25mm、厚さ2mm程度の寸法であり、その内径をシールド部材本体14の開口部14aの径よりも小さくすることにより、シールド部材本体14の端部14dより中心に向かって3～8mm、好ましくは4～6mm程度はみ出すように取り付ける。こうすることにより、ターゲット1から見るとシールド部材本体14の端部14dはカバーリング16の影となり、最も剥離しやすいシールド部材本体14の端部14dへの膜の堆積が抑えられる。

【0019】ここで、図3（b）に示すカバーリング16上に同時に堆積される膜19の剥離について考える。カバーリング16は、シールド部材本体14とは接合柱15を介しているだけであり接触面積が小さいため、プラズマから与えられる熱が効率的に蓄えられる。その結果、温度上昇したカバーリング16上に堆積される膜19は柱状晶から粒状晶成長となるため、引張応力の緩和およびクラック伝播の抑制が図れ、膜19は剥離しにくくなる。また、カバーリング16上の堆積量が増え、カバーリング16が変形したような場合でも、カバーリング16のみ取り外して交換できるため、経済的にも有利である。カバーリング16の肉厚については特に規定しないが、熱容量が小さくなるように1～3mm程度とすることが好ましい。薄すぎると変形しやすく、厚すぎると温度が上がりにくくなるためである。

【0020】また、カバーリング16は、上述したような一体型のものでも充分な効果を上げることができるが、図6に示すように、周方向で複数（この場合、8個）に分割したカバーリング22をシールド部材本体14上に取り付けることもできる。このようにすると、カ

バーリング22上に堆積した膜の内部応力が緩和されることで膜の剥離が防止される。後述する実施例に示すが、一体型、分割型のどちらの場合でも同等の効果を得ることができる。

【0021】次に、シールド部材13とチャンバー5壁部間に装入される断熱材17としては、例えばバイトン製のものが用いられる。そして、シールド部材13は冷却されたチャンバー5から熱的に遮断されることにより、アラズマから与えられる熱がシールド部材13に効果的に蓄えられることになる。この結果、上述したように、温度上昇したシールド部材13上に堆積される膜は柱状晶から粒状晶成長となるため、引張応力の緩和およびクラック伝播の抑制が図れ、膜は剥離しにくくなる。

【0022】シールド部材13やカバーリング16の材質は、ターゲット1の材質との兼ね合いから一義的に決まるものではなく、密着性や熱膨張係数等を考慮して決定される。どのような材質を用いた場合でも、本発明によるシールド部材の構造に関わる効果は損なわれるものではない。

【0023】また、熱膨張係数を考慮に入れたシミュレーションから、堆積膜の内部に発生する応力を評価することができ、膜の剥離に対して望ましいシールド部材本体の形状を予測することができる。例えば、ステンレス製のシールド部材本体を用いてTiW膜をスパッタリングする場合、図7(a)に示す角張った形状のシールド部材本体23よりも図7(b)に示す丸型のシールド部材本体24の方が望ましく、肉厚は均一で薄い方が有利である。この形状は、用いるシールド部材本体の材質とスパッタ膜の種類、または製造の容易さ等により変化するものであり、諸条件を考慮して適宜決定される。

【0024】シールド部材本体14の肉厚は1mm以上10mm以下、より好ましくは2mm以上5mm以下である。1mm以下では強度が弱いため、例えば使用後の再生処理でショットブラストのようなクリーニングにかけると変形してしまったり、材質によっては使用中に変形が生じ、本来のスパッタ粒子のシールドとしての役割が損なわれる。また、10mm以上では、熱容量が大きくなりすぎてしまい、成膜中の温度上昇が期待できなくなってしまう。したがって、肉厚は、材質に応じて変形しない程度にできるだけ薄い肉厚とすることが望ましい。

【0025】

【実施例】以下、本発明の実施例について図8を参考して説明する。本実施例は、シールド部材およびその取り付け方法をえたスパッタ装置を用いてスパッタリングを行った際のパーティクル発生量を評価したものである。

【0026】(実施例1)図4(a)に示す従来型のシールド部材9と、図3(a)に示す本実施の形態のシールド部材13をステンレスを用いて加工製作し、本実施

の形態の方のみは断熱材17を介してスパッタ装置12に取り付けた上で、TiW膜のスパッタリングを行い、その時の積算電力とウェハー上に発生するパーティクル数の関係を調べた。その結果を図8に示す。なお、本実施の形態のシールド部材13は2つ製作し、1つは一体型、他の1つは分割型とした。図8に示すように、パーティクル数は、従来型のシールド部材9を用いた場合と比べて、約1/3に低減されることがわかった。また、一体型と分割型ではほぼ同一のパーティクル数を示した。

【0027】(実施例2)従来型のシールド部材9と実施例1と同様のシールド部材13を用いてTi膜のスパッタリングを行った。図8には示していないが、ウェハー上に発生するパーティクル数は、従来型のシールド部材を用いた場合と比べて、約1/2に低減されることがわかった。すなわち、形成する膜の種類を変えて本発明の効果が得られることがわかった。

【0028】(実施例3)本実施の形態のシールド部材13において、熱的な遮断をせずに、すなわち断熱材17を設けることなく、装置12の冷却部分にシールド部材13を直接取り付けた状態でTiW膜のスパッタリングを行った。その際の積算電力とウェハー上に発生するパーティクル数の関係を図8に合わせて示す。断熱材17を装入した場合(実施例1の場合)に比べるとパーティクル数は若干多いが、従来型のシールド部材9の場合と比べると非常に少なくなることがわかった。

【0029】(比較例1)比較例として、図5に示すように、シールド部材の端部における堆積量を減らす目的でカバーリング16を設け、さらに断熱材17による熱的な遮断も施されているが、シールド部材本体の形状として一部にターゲットに対して凸状の部分21aを有するシールド部材21をステンレスで製作し、実施例1と同様、TiW膜のスパッタリングを行った。その際の積算電力とウェハー上に発生するパーティクル数の関係を図8に合わせて示す。パーティクルの数は、従来型のシールド部材9の場合と比べて減少するものの、凸状部分21aにおける膜の剥離が発生するため、実施例1および3による程の効果は認められなかった。

【0030】本実施例の評価によって、本発明のシールド部材を備えたスパッタ装置の使用により、パーティクルの発生を大幅に抑制できることが実証された。

【0031】なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば上記実施の形態で用いたシールド部材本体14のフランジ部14cまたは接合柱15等の形状や数等、シールド部材各部の具体的な形状やチャンバーへの取付方法については種々の変更を加えることができる。また、スパッタ装置内のターゲットと基板の上下の位置関係は逆であってもよい。

【0032】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、シールド部材上に堆積する膜の剥離が抑えられ、基板上に付着するパーティクルの数を低減することができるため、本発明のスパッタ装置を用いて製造する半導体装置等の製造歩留まりを向上させることができる。さらに、シールド部材を交換するまでの時間を延長できるため、生産性を向上させることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態であるスパッタ装置の全体構成を示す図である。

【図2】同装置のシールド部材の構成を示す斜視図である。

【図3】同シールド部材の端部の、(a)膜が堆積されていない状態、(b)膜が堆積された状態、をそれぞれ示す断面図である。

【図4】従来のシールド部材の端部の、(a)膜が堆積されていない状態、(b)膜が堆積された状態、をそれぞれ示す断面図である。

【図5】一部にターゲットに対して凸状の部分を有するシールド部材を示す断面図である。

【図6】本実施の形態のシールド部材の変形例である、

10

分割型カバーリングを有するシールド部材の平面図である。

【図7】(a)角張った形状、(b)丸型のシールド部材、をそれぞれ示す断面図である。

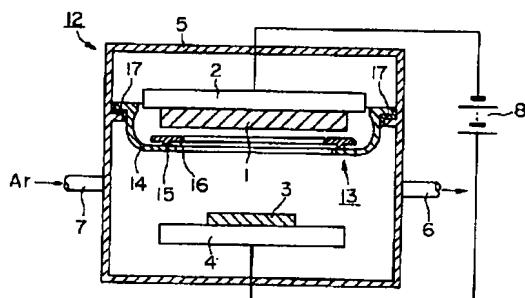
【図8】本発明の実施例である、スパッタリング時の積算電力とウェハー上に発生するパーティクル数の関係を示す図である。

【図9】従来のスパッタ装置の全体構成を示す図である。

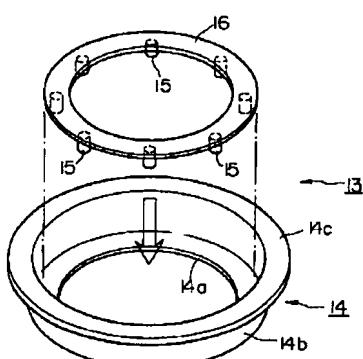
【符号の説明】

- 1 スパッタターゲット
- 3 シリコンウェハー(基板)
- 5 チャンバー
- 12 スパッタ装置
- 13 シールド部材
- 14 シールド部材本体
- 14a 開口部
- 15 接合柱(接合部材)
- 16 カバーリング
- 17 断熱材
- 19 堆積膜
- 22 分割型カバーリング

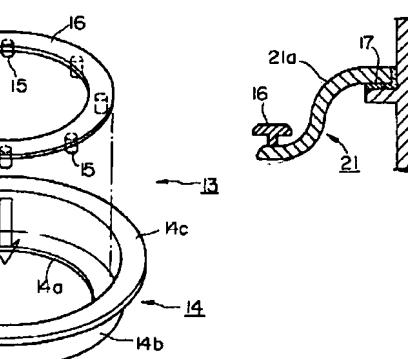
【図1】



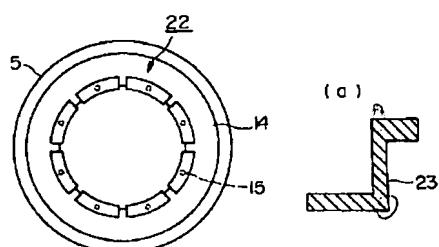
【図2】



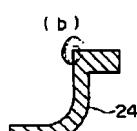
【図5】



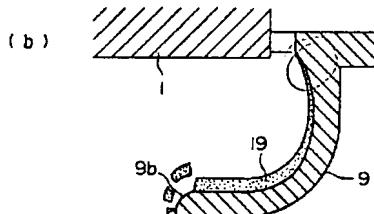
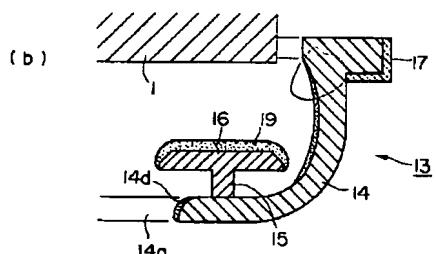
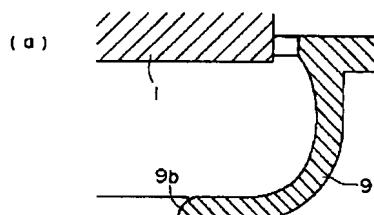
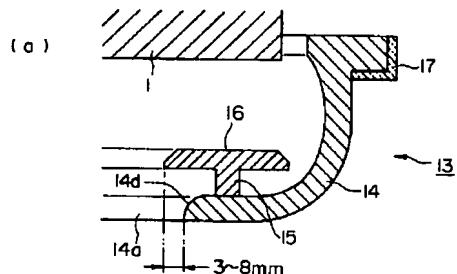
【図6】



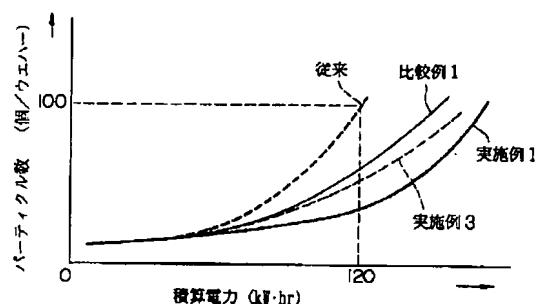
【図7】



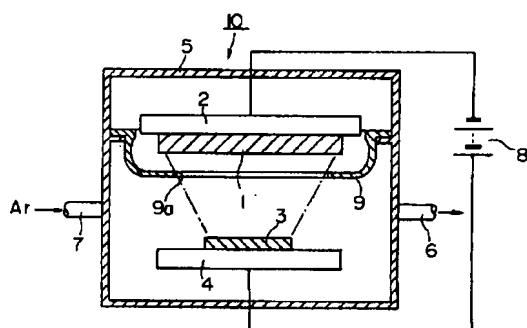
【図3】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 川崎 宏一
神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本
製鐵株式会社技術開発本部内

(72)発明者 青木 邦夫
千葉県館山市山本1580番地 日鉄セミコン
ダクター株式会社内
(72)発明者 戸叶 義昭
千葉県館山市山本1580番地 日鉄セミコン
ダクター株式会社内